

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11006033
PUBLICATION DATE : 12-01-99

APPLICATION DATE : 16-06-97
APPLICATION NUMBER : 09176414

APPLICANT : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD;

INVENTOR : MURAI TERUYUKI;

INT.CL. : C22C 38/00 C21D 6/00 C21D 9/52 C22C 38/18 C22C 38/34

TITLE : OIL TEMPERED WIRE FOR HIGH STRENGTH HIGH TOUGHNESS SPRING AND ITS PRODUCTION

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the oil tempered wire for spring having high strength and high toughness by having no presence of a specified spheroidal carbide and specifying a grain size number in a steel containing, by weight %, C, Si, Mn, Cr.

SOLUTION: The oil tempered wire for high strength and high toughness spring has a composition consisting of, by weight, 0.5-0.9% C, 0.8-3.0% Si, 0.4-1.0% Mn, 0.4-1.0% Cr. Further, there is no presence of a spheroidal carbide having a diameter of $\geq 0.2 \mu\text{m}$ and a grain size number is set to ≥ 10 . This grain size number is based on JISG0051. Further, one kind or more selected among 0.05-0.6% V, 0.05-0.5% Mo, 0.05-0.2% Nb are added in the steel. A hardening heating speed is set to $\geq 300^\circ\text{C}/\text{sec}$, a heating temp. $T(^{\circ}\text{C})$ is $790+80 \times (10 \times [\text{C}\%])^{1/2} + 10 \times (10 \times [\text{Cr}\%])^{1/2} + 20 \times (10 \times [\text{V}\%])^{1/2}$ to $\leq 1150^\circ\text{C}$, a time from heating start to quenching start is set within a time $K(\text{sec}) = 2 + 2 \times (\text{wire diameter (mm)})$.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

DS-

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-6033

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月12日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Y
C 2 1 D 6/00		C 2 1 D 6/00	H
9/52	1 0 3	9/52	1 0 3 B
C 2 2 C 38/18		C 2 2 C 38/18	
38/34		38/34	
審査請求 有 請求項の数 5 F D (全 5 頁)			

(21) 出願番号	特願平9-176414	(71) 出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番33号
(22) 出願日	平成 9 年(1997) 6 月16日	(72) 発明者	山尾 憲人 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 発明者	塩飽 孝至 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 発明者	村井 照幸 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
		(74) 代理人	弁理士 青木 秀實 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 高強度高靱性ばね用オイルテンパー線およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高強度でかつ高靱性を有するばね用オイルテンパー線とその製造方法を提供する。

【解決手段】 重量%でC:0.5~0.9%, Si:0.8~3.0%, Mn:0.4~1.0%、Cr:0.4~1.0%を含有するばね用オイルテンパー線であって、直径0.2 μm以上の球状炭化物が存在せず、かつ結晶粒度番号(JIS G 0051)を10以上とした。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量％でC:0.5~0.9%, Si:0.8~3.0%, Mn:0.4~1.0%, Cr:0.4~1.0%を含有し、直径0.2 μ m以上の球状炭化物が存在せず、かつ結晶粒度番号が10以上であることを特徴とする高強度高靱性ばね用オイルテンパー線。

【請求項2】 重量％で、V:0.05~0.6%, Mo:0.05~0.5%, Nb:0.05~0.2%から選択された1種以上を添加してあることを特徴とする請求項1記載の高強度高靱性ばね用オイルテンパー線。

【請求項3】 直径が0.15 μ mを超える球状クロム炭化物が存在しないことを特徴とする請求項1または2記載の高強度高靱性ばね用オイルテンパー線。

【請求項4】 観察される直径0.05 μ m以上の球状炭化物の75%以上がバナジウム、ニオブ、モリブデンのいずれか1種以上を主成分とする炭化物であることを特徴とする請求項2記載の高強度高靱性ばね用オイルテンパー線。

【請求項5】 焼入れ焼戻し工程における焼入れ加熱を、加熱速度300 $^{\circ}$ C/sec以上で、加熱温度を $T(^{\circ}\text{C}) = 790 + 80 \times (10 \times [\text{C}\%])^{1/2} + 10 \times (10 \times [\text{Cr}\%])^{1/2} + 20 \times (10 \times [\text{V}\%])^{1/2}$ で決まる温度以上かつ1150 $^{\circ}$ C以下とし、加熱開始から焼入れ開始までの時間を $K(\text{秒}) = 2 + 2 \times [\text{線径}(\text{mm})]$ であらわされる時間以内とすることを特徴とする高強度高靱性ばね用オイルテンパー線の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はオイルテンパー線、特に自動車のエンジン弁ばねやトランスミッション内部で用いられるばね等の高強度ばね用として用いられる高強度高靱性オイルテンパー線に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車の低燃費化に対応して、近年、自動車のエンジンやトランスミッションの小型軽量化が進められている。それに伴ってエンジンの弁ばねやトランスミッション用のばねに負荷される応力は年々厳しくなっており、用いられるばね材料にも一層の高強度化が求められている。これらエンジンの弁ばねやトランスミッションのばねには主として弁ばね用シリコンクロム鋼オイルテンパー線や、さらにこれらに炭素量を増やしたり炭化物形成元素を添加した高強度シリコンクロム鋼オイルテンパー線が用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの材料を高強度化するのに伴い材料の靱性が劣化し、ばね成形中に折損を起こすという問題点がある。

【0004】このような問題に対し、特公平3-6981号公報に示されるように添加V量と焼入れ条件を規定して結晶粒度番号を10以上にすることによって靱性を向上させ

る例がある。しかし、この条件では靱性に悪影響を与える炭化物を焼入れの加熱時に完全に固溶することができず、特に靱性に大きく影響する直径0.2 μ m以上の球状炭化物が残ってしまい大幅な靱性の向上を図ることが不可能である。

【0005】また、靱性に悪影響を与える球状炭化物を減らす方法として、特開平8-176730号公報に示されるように、焼入れ時の加熱温度を比較的高温にする方法がある。しかし、この方法では球状炭化物は減少するものの結晶粒径が粒度番号で8~9程度と粗大になり、靱性を飛躍的に向上させることはできない。

【0006】さらに、特開平9-71843号公報に示されるように加熱温度が比較的高温であるものの加熱時間を短くすることで球状炭化物の密度を減らす方法があり、この方法では結晶粒度の粗大化が起こる可能性も低いと考えられる。しかし、この方法で規定された加熱条件では、①まだ小数ながら直径0.2 μ m以上の球状炭化物が残存する、②直径0.15 μ m以上で著しく靱性に悪影響を与えるクロム炭化物も完全には溶解しきれないという問題があり、靱性の向上に限界がある。

【0007】従って、本発明の主目的は、高強度でかつ高靱性を有するばね用オイルテンパー線とその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明等は種々の検討を行った結果、下記の各構成により強度と靱性を両立でき、前記の目標を達成できることを見出した。

【0009】すなわち、本発明の第一の特徴は、重量％でC:0.5~0.9%, Si:0.8~3.0%, Mn:0.4~1.0%, Cr:0.4~1.0%を含有する鋼であって、直径0.2 μ m以上の球状炭化物が存在せず、かつ結晶粒度番号を10以上としたことにある。この結晶粒度番号はJIS G 0051の規定に基づく。

【0010】第二の特徴は、上記オイルテンパー線に重量％でV:0.05~0.6%, Mo:0.05~0.5%, Nb:0.05~0.2%から選択された1種以上を添加したことにある。

【0011】第三の特徴は、直径0.15 μ mを超えるクロム炭化物が存在しないことにある。

【0012】第四の特徴は、直径0.05 μ m以上の球状炭化物の75%以上をバナジウム、ニオブ、モリブデンのいずれか1種以上を主成分とする炭化物としたことである。

【0013】また、第五の特徴は、上記のオイルテンパー線を製造する方法で、焼入れ焼戻し工程における焼入れ加熱を、加熱速度300 $^{\circ}$ C/sec以上で、加熱温度を $T(^{\circ}\text{C}) = 790 + 80 \times (10 \times [\text{C}\%])^{1/2} + 10 \times (10 \times [\text{Cr}\%])^{1/2} + 20 \times (10 \times [\text{V}\%])^{1/2}$ で決まる温度以上かつ1150 $^{\circ}$ C以下とし、加熱開始から焼入れ開始までの時間を $K(\text{秒}) = 2 + 2 \times [\text{線径}(\text{mm})]$ であ

らわされる時間以内とすることにある。

【0014】上記各特徴によって奏される作用を説明する。先ず本発明オイルテンパー線の鋼組成の限定理由を説明する。

【0015】C: 0.5 ~ 0.9 重量%

Cは鋼線の強度を高めるために必須の元素であるが0.5%未満では十分な強度が得られず、逆に0.9%を超えると結晶粒界にセメントイトが析出し著しく靱性が低下するためである。

【0016】Si: 0.8 ~ 3.0 重量%

Siは鋼中に置換型元素として固溶し、鋼の強度や耐熱性を高めるのに有効な元素である。0.8%未満ではその効果は十分ではなく、逆に3.0%を超えると固溶しきれず冷間での加工性を著しく損ねるためである。

【0017】Mn: 0.4 ~ 1.0 重量%

Mnは鋼の焼入れ性を向上させ、鋼中のSを固定し、その害を阻止するが0.4%未満ではその効果がほとんどなく、また1.0%を超えると靱性が低下するためである。

【0018】Cr: 0.4 ~ 1.0 %

CrはMn同様焼入れ性を高めるとともに焼戻し時の軟化抵抗性を高め、高強度化するのに効果的な元素である。0.4%未満ではその効果がなく1.0%以上では炭化物の固溶を抑制し強度低下を招くためである。

【0019】V: 0.05 ~ 0.6 %

Vは焼入れ焼戻し時に炭化物を形成し軟化抵抗を増大させる元素であるが、0.05%未満ではその効果は極めて限定的であり、0.6%を超えると形成される炭化物が粗大化し靱性を低下させるからである。

【0020】Mo: 0.05 ~ 0.5 %

MoはV同様炭化物を形成し、焼戻し軟化抵抗を増大させる元素であるが、0.05%未満ではその効果はなく、0.6%を超えると形成される炭化物が粗大化し靱性を著しく低下させるからである。

【0021】Nb: 0.05 ~ 0.2

Nbは炭化物を形成し、焼戻し軟化抵抗を増大させる元素であるが、0.05%未満ではその効果はほとんどなく、0.2%を超えると形成される炭化物が粗大化し靱性を大幅に低下させるからである。

【0022】観察される球状炭化物の直径の上限を0.2 μm とした理由

球状炭化物はばね成形等の曲げ加工時に破壊の起点となることが知られているが、破壊の起点として作用するかどうかは直径に依存する。直径が0.2 μm 未満であれば

起点として作用することは少ないためである。

【0023】結晶粒度番号が10以上である理由

結晶粒径が小さくなると靱性が向上する。この効果が顕著に現れる結晶粒度番号で10以上であるからである。

【0024】観察される球状クロム炭化物直径の上限を0.15 μm とした理由

球状炭化物は通常直径0.2 μm を上回る靱性を著しく低下させるがクロム炭化物の場合、炭化物周辺のマトリクスのC濃度低下が大きいこともあり、他の炭化物よりも小さな直径0.15 μm を超えると靱性を著しく低下させるからである。

【0025】観察される直径0.05 μm 以上の球状炭化物の75%以上がバナジウム、ニオブ、モリブテンのいずれか1種以上を主成分とする炭化物である理由

0.05 μm 以上0.2 μm 未満の球状炭化物の中で特に、バナジウム炭化物、ニオブ炭化物、モリブテン炭化物はマトリクスとの整合性がよく靱性への悪影響が少ない。従って、このサイズ域の炭化物の大部分(75%以上)をバナジウム、ニオブ、モリブテンのいずれか1種以上を主成分とする炭化物とするものである。

【0026】上記の条件を満たす炭化物および結晶粒度は次の熱処理によって得られる。球状炭化物の溶け込みを図り、大きな炭化物を消滅させるためには $T(^{\circ}\text{C}) = 790 + 80 \times (10 \times [\text{C}\%])^{1/2} + 10 \times (10 \times [\text{Cr}\%])^{1/2} + 20 \times (10 \times [\text{V}\%])^{1/2}$ で決まる温度以上に加熱する必要がある。しかし、加熱温度が1150 $^{\circ}\text{C}$ を超えると結晶粒粗大化が起こるためこの温度以下でなければならない。また、加熱開始から焼入れ開始までの時間を $K(\text{秒}) = 2 + 2 \times [\text{線径}(\text{mm})]$ であらわされる時間以内で実施しないと結晶粒の粗大化が起こり靱性が低下する。さらに、加熱速度が300 $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 以下だと $K(\text{秒}) = 2 + 2 \times [\text{線径}(\text{mm})]$ 以内の加熱で十分な炭化物の固溶が行えず、直径0.2 μm を超える球状炭化物が残存し靱性を低下させる。

【0027】

【発明の実施の形態】表1に示す化学成分を有する試料を溶解、圧延、熱処理、伸線によって線径3.0 mm ϕ の線とした後、表2に示す条件で焼入れ焼戻しを行った。さらに線径の影響を見るため試料Bについては線径6.0 mm ϕ の線も作製した。これらの試料の焼入れ焼戻し条件についても表2に示す。

【0028】

【表1】

化学成分 (wt %)

試料名	C	Si	Mn	Cr	V	Mo	Nb
A	0.54	1.35	0.67	0.70			
B	0.63	1.39	0.72	0.69			
C	0.64	1.31	0.73	0.71	0.12		
D	0.72	2.12	0.52	0.80	0.20	0.19	
E	0.81	0.95	0.89	0.52		0.22	0.13

【0029】

【表2】

試料名	線径 (mm φ)	焼入れ焼戻し条件			焼戻し条件
		加熱速度 (°C/sec)	加熱温度 (°C)	加熱開始から焼入れ開始までの時間 (sec)	
実施例A1	3.0	400	1020	6	450°C×5 min
実施例B1	3.0	400	1050	6	450°C×5 min
実施例B2	3.0	400	1130	6	450°C×5 min
実施例C1	3.0	400	1050	6	450°C×5 min
実施例C2	3.0	400	1130	6	450°C×5 min
実施例D1	3.0	400	1080	6	450°C×5 min
実施例E1	3.0	400	1080	6	450°C×5 min
比較例B1	3.0	400	950	6	450°C×5 min
比較例B2	3.0	150	1050	6	450°C×5 min
比較例B3	3.0	400	1190	6	450°C×5 min
比較例B4	3.0	400	1050	12	450°C×5 min
比較例C1	3.0	400	1190	6	450°C×5 min
比較例C2	3.0	150	1050	6	450°C×5 min
比較例C3	3.0	400	1190	6	450°C×5 min
比較例C4	3.0	400	1050	12	450°C×5 min
実施例B3	6.0	400	1050	10	450°C×5 min
比較例B5	6.0	400	1050	20	450°C×5 min

【0030】それぞれの試料について引張り強さの測定、光学顕微鏡による結晶粒度番号(JIS G 0051)の測定、分析透過型電子顕微鏡(分析TEM)による球状炭化物の大きさの測定と成分分析を実施した。さらに靱性評価として線表面に深さ30μmで先端部0.2 mmRの疵

をつけ、その疵を外側にしてシャルピー衝撃試験を行い吸収エネルギーを測定した。その結果を表3に示す。

【0031】

【表3】

評価結果

試料名	引張り強さ (N/mm ²)	粒度番号	最大炭化物径 (μm)	最大Cr炭化物径 (μm)	球状炭化物比(注)	吸収エネルギー (kg・m/cm ²)
実施例A1	1945	11.3	0.13	0.09	85	35.2
実施例B1	2112	12.1	0.15	0.10	90	33.1
実施例B2	2102	10.5	0.11	0.07	90	33.4
実施例C1	2125	12.8	0.16	0.10	90	32.2
実施例C2	2108	11.4	0.10	0.08	85	32.5
実施例D1	2140	13.1	0.17	0.13	90	31.6
実施例E1	2163	13.2	0.18	0.13	85	30.5
比較例B1	2107	13.1	0.35	0.18	60	25.4
比較例B2	2088	12.6	0.28	0.16	55	26.4
比較例B3	2082	8.2	0.09	0.06	85	27.1
比較例B4	2092	8.6	0.13	0.07	90	26.6
比較例C1	2120	13.6	0.40	0.19	50	24.8
比較例C2	2105	13.1	0.31	0.18	55	25.3
比較例C3	2096	8.4	0.10	0.07	80	26.4
比較例C4	2102	8.7	0.13	0.11	90	25.6
実施例B3	1820	12.2	0.15	0.10	85	33.8
比較例B5	1803	8.4	0.14	0.08	90	27.1

(注) 0.05 μm以上の球状炭化物に占めるバナジウム炭化物+ニオブ炭化物+モリブデン炭化物の割合

【0032】表3に示すように実施例は全て吸収エネルギーが $30\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ 以上となっており、比較例と比べ強度レベルは同じであるが明らかに優れた靱性を示している。なお、比較例B1, C1 は加熱温度が $T^{\circ}\text{C}$ [$790 + 80 \times (10 \times [\text{C}\%])^{1/2} + 10 \times (10 \times [\text{Cr}\%])^{1/2} + 20 \times (10 \times [\text{V}\%])^{1/2}$] 未満、比較例B2, C2 は加熱速度が $300^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 未満、比較例B3, C3 は加熱温度が 1150°C を超え、比較例B4, C4は焼入れ開始までの時間がK秒

[$2 + 2 \times [\text{線径}(\text{mm})]$]を超えている。また、比較例B5は焼入れ開始までの時間が前記K秒を超えている。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば高強度でかつ高靱性を有するばね用オイルテンパー線を得ることができる。